

Roulements à billes,
... mais pas que !



Roulement rigide à bille

Le plus couramment utilisé il présente diverses finitions : sans protection, joint anti poussière, joint d'étanchéité, de part est d'autre ou d'un seul côté, haute température, alimentaire, plastique, céramique, ...



	dénomination	6000-RSH
d	: diamètre d'alésage (intérieur)	10 mm
D	: diamètre extérieur	26 mm
L	: largeur	8 mm
C	: charge dynamique de base	4.75 kN
C ₀	: charge statique de base	1.96 kN
V	: vitesse limite	19 000 rpm



Charge équivalente P

Dans la réalité des usages les forces appliquées sur les roulements se décomposent en force axiale et radiale à considérer pour déterminer la charge dynamique équivalente.



$$P = X F_r + Y F_a$$

- | | | | |
|-------|---|--|----|
| P | : | charge équivalente | kN |
| F_r | : | charge radiale effective | kN |
| F_a | : | charge axiale effective | kN |
| X | : | coefficient de charge radiale du roulement | |
| Y | : | coefficient de charge axiale du roulement | |

et coefficient de sécurité statique s_0

$$S_0 = \frac{C_0}{P_0}$$

- | | | | |
|-------|---|----------------------------------|----|
| s_0 | : | coefficient de sécurité statique | |
| C_0 | : | charge statique de base | kN |
| P_0 | : | charge statique équivalente | kN |

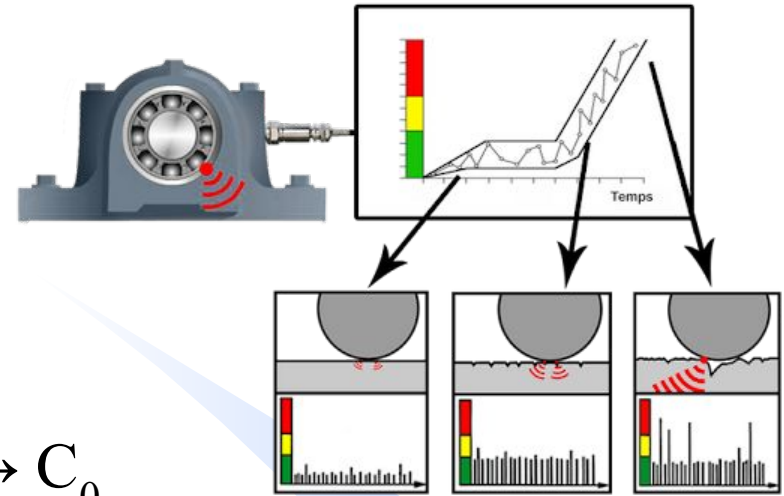
$$P = X F_r + Y F_a$$

$F_r/F_a \leq e$	$F_r/F_a > e$	Statique
X et Y	X_1 et Y_1	X_0 et Y_0

Type de roulement	e	X	Y	X1	Y1	X0	Y0
à billes à contact radial	$e = 0.51 \left(\frac{F_a}{C_0} \right)^{0.23}$		$Y = 0.87 \left(\frac{F_a}{C_0} \right)^{-0.23}$	1	0	0,6	0,5
à billes à contact oblique 40° (1 rangée)	1,14	0,35	0,57	1	0	0,5	0,26
à billes à contact oblique 30° (1 rangée)	0,8	0,39	0,76	1	0	0,5	0,33
à billes à contact oblique 25° (2 rangées)	0,68	0,67	1,41	1	0,92	1	0,76
à rotules sur billes ⚠ $F_a = 0$	Variable*	0,65	Variable*	1	Variable*	1	Variable*
à rouleaux cylindriques	-	1	0	-	-	1	0
à rouleaux coniques	Variable*	0,4	Variable*	1	0	0,5	Variable*
à rouleaux sphériques	Variable*	0,67	Variable*	1	Variable*	1	Variable*
Butée à billes ⚠ $F_r = 0$	-	0	1	-	-	0	1
Butée à rouleaux ⚠ $F_r = 0$	-	0	1	-	-	0	1
Butée à rotule sur rouleaux  si $\frac{F_r}{F_a} > 0.55$	0,55	1,2	1	-	-	2,7	1

* consulter catalogue fabricant

Charge statique de base acceptable



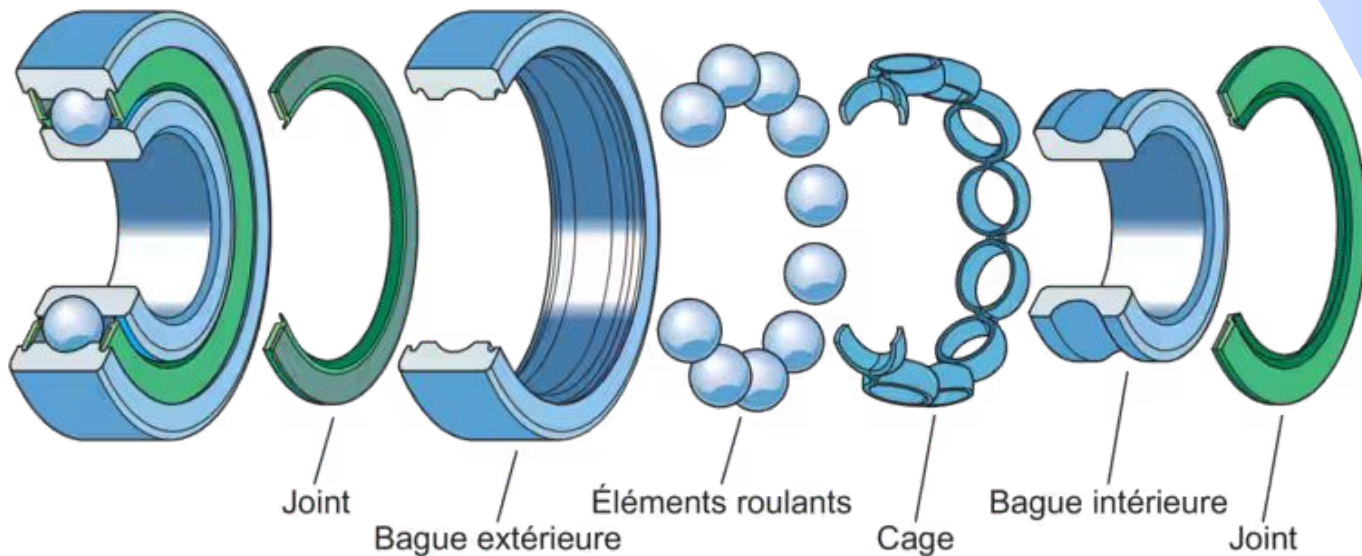
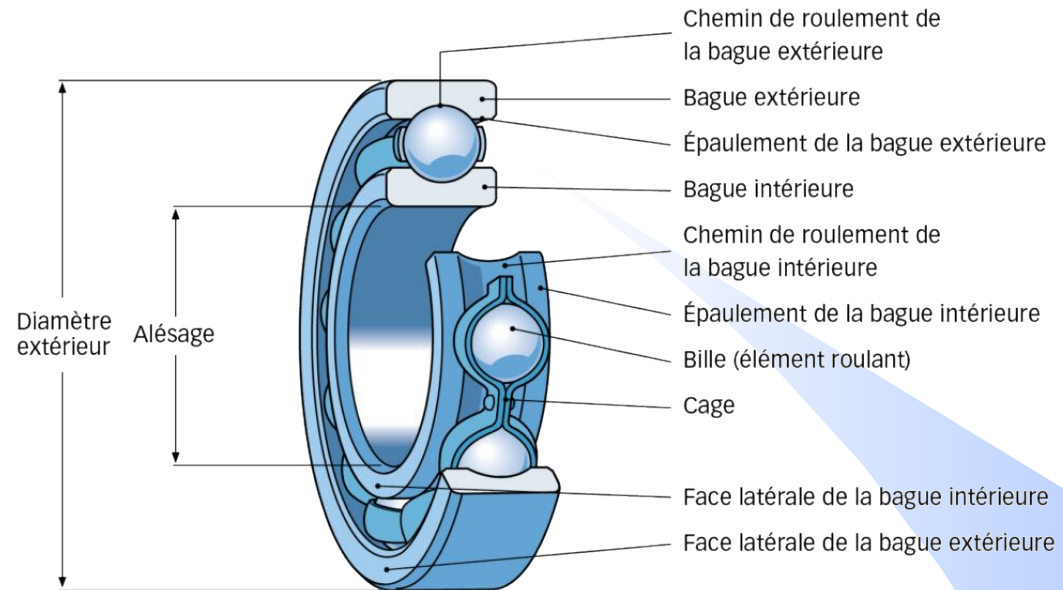
Contrainte de compression admissible :
4 200 MPa pour les roulements à billes $\rightarrow C_0$

Basé sur une surface de contact des éléments roulants de $0.0001 \times d_{\text{bille}}$

Fonctionnement	Intervalle de sécurité s_0	Charge à l'arrêt
régulier sans choc	0.5 à 0.8	0,4
habituel	0.8 à 1.2	0,5
sévère avec choc	1.2 à 2.5	≥ 1

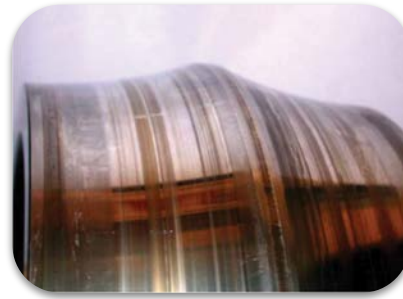


Anatomie d'un roulement rigide à bille





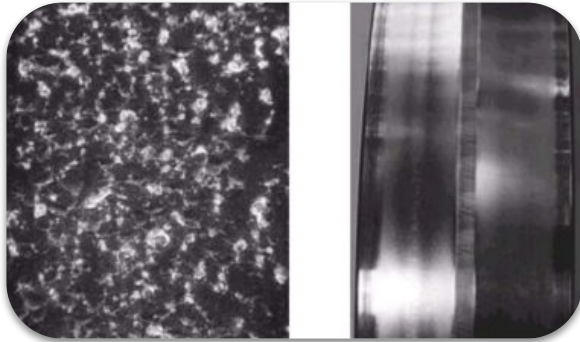
Autopsie d'un roulement



Usure par abrasion - 26%



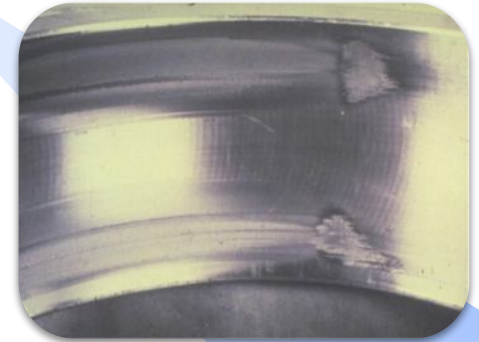
Corrosion par humidité - 20%



Fatigue de surface - 16%



Déformation plastique - 9%



Usure par adhésion - 7%



Indentations par particules - 6%



Fatigue en sous-couche - 6%



Electroérosion surtension - 2%



Durée de vie

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^n$$

$$L_{10H} = \frac{L_{10} \cdot 10^6}{60 N}$$

L_{10} : durée de vie du roulement en millions de tours

C : charge dynamique de base

P : charge équivalente exercée sur le roulement

n : 3 pour les roulements à billes
10/3 pour les roulement à rouleau

L_{10H} : durée de vie du roulement en heures d'utilisation

N : vitesse de rotation en tour/ min

$$L_n = a_1 \times L_{10}$$

Fiabilité F (%)	90	95	96	97	98	99	99.5	99.9
L_n	L_{10}	L_5	L_4	L_3	L_2	L_1	$L_{0.5}$	$L_{0.1}$
a_1	1	0.62	0.53	0.44	0.33	0.21	0.15	0.06

L_n correspond au nombre statistique de rotation réalisés par (100 - n) % des roulements.

Durée de vie en groupe

Malheureusement ils vivent souvent en groupe est leur survie dépend du maillon le plus faible.

Ainsi la durée de vie globale sera nécessairement plus faible que la plus faible des durées de vie individuelles.

$$L_{E10} = \left[\left(\frac{1}{L_{1.10}} \right)^{1.5} + \left(\frac{1}{L_{2.10}} \right)^{1.5} + \dots + \left(\frac{1}{L_{n.10}} \right)^{1.5} \right]^{-\frac{1}{5}}$$

Fiabilité et probabilité de défaillance après un temps d'utilisation donné

$$D = 1 - F \quad \text{avec}$$

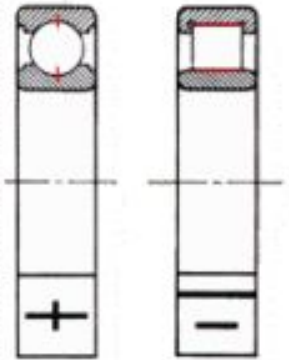
$$F = \exp \left[- \left(\frac{\frac{L}{L_{10}} - 0.02}{4.439} \right)^{1.483} \right]$$

L : temps d'utilisation effectif
F : facteur de fiabilité
D : risque de défaillance

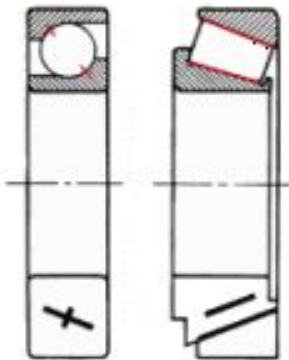
h
%
%

Différents types de roulements pour tous les usages

Contacts Radiaux



Contacts Obliques



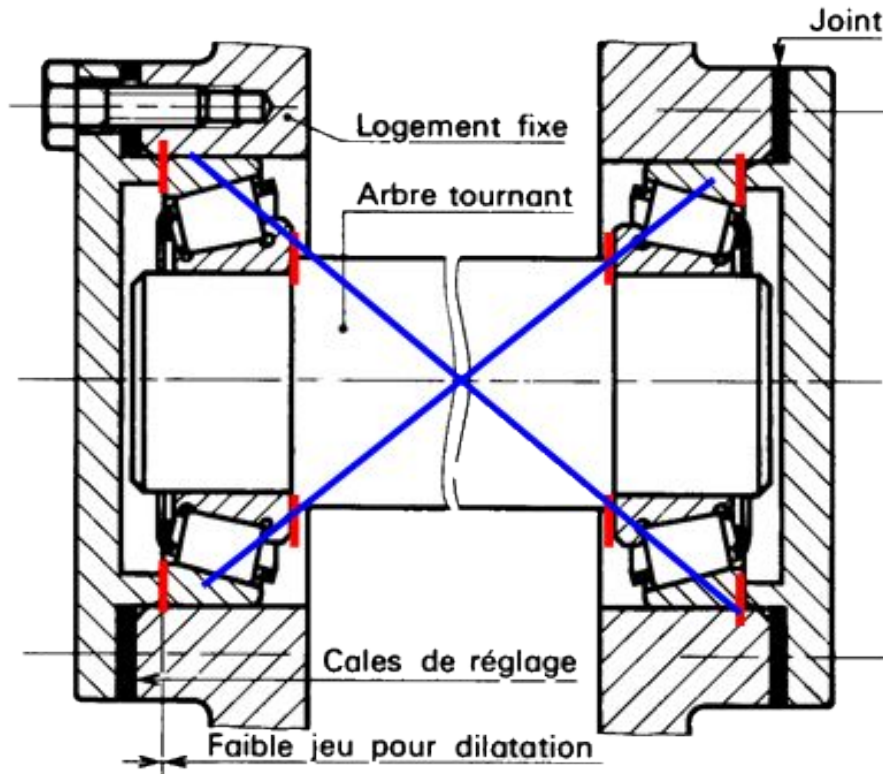
Contacts axiaux



Montage en X et en O pour les roulements à contact obliques

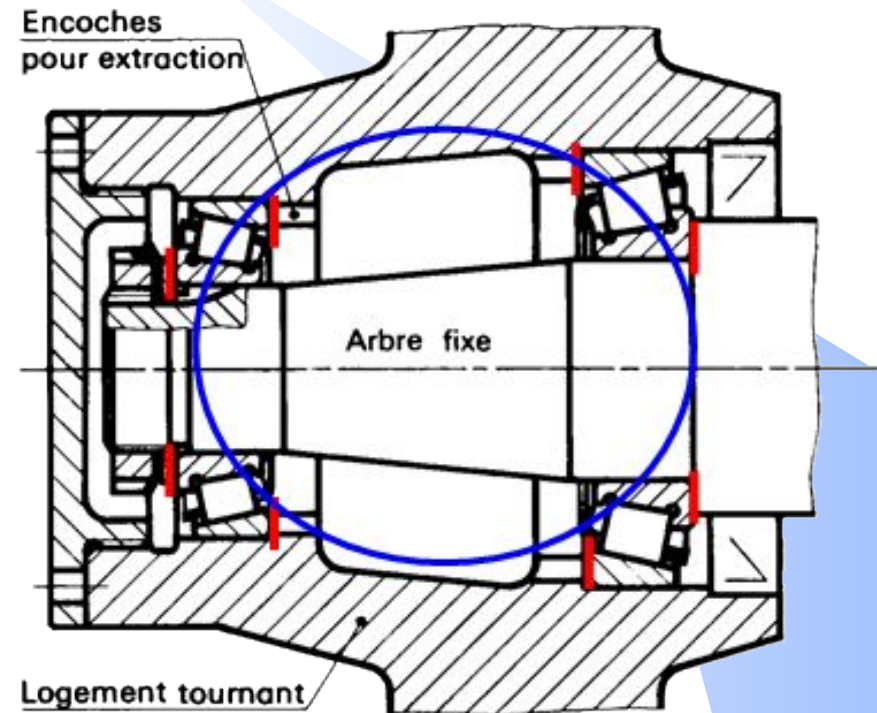
selon géométrie des pièces usinées

Arbre tournant



Montage en X

Moyeu tournant



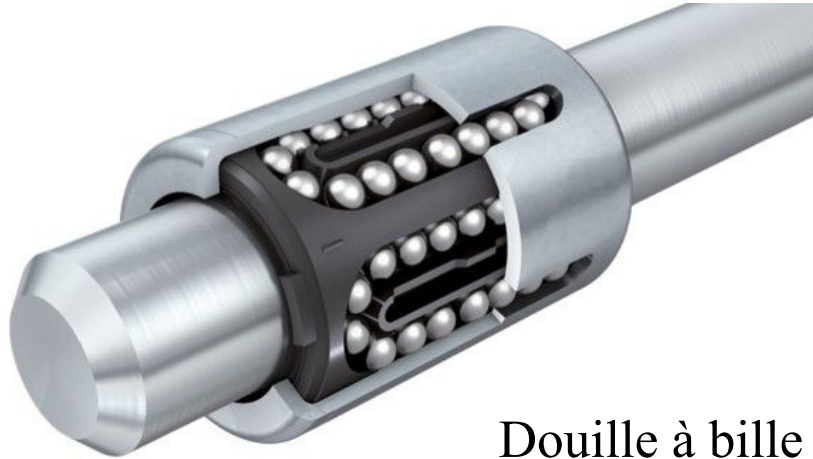
montage en O



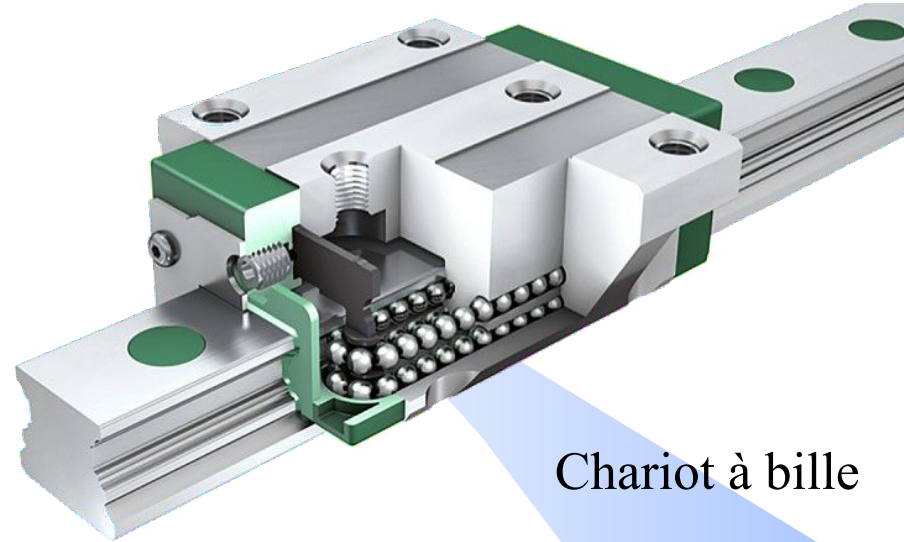
roulement à bagues séparables



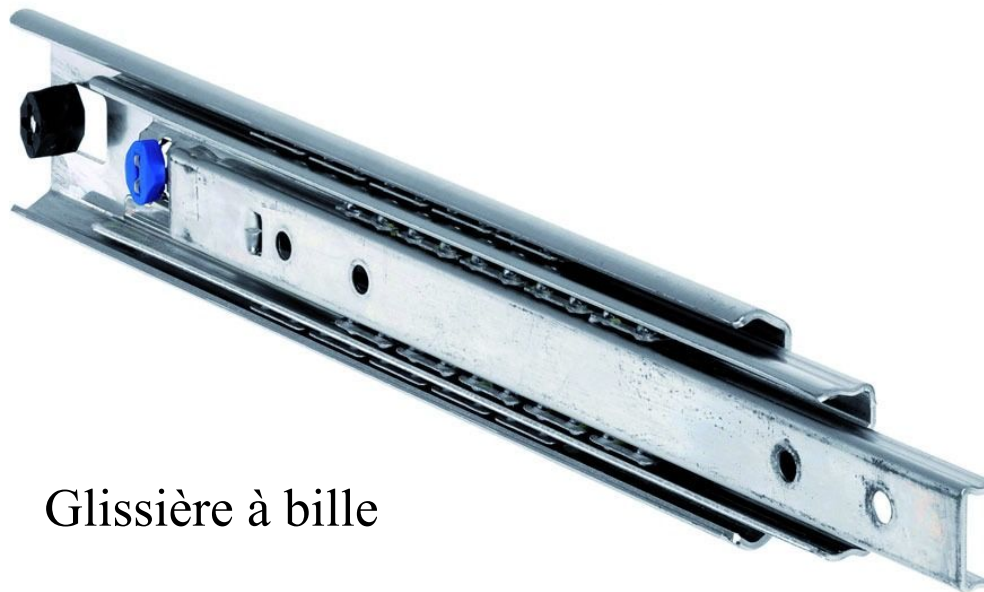
Guidages linéaires



Douille à bille



Chariot à bille



Glissière à bille

Usage dérivés



Vis à bille



Bille de manutention